

Aus dem Pathologischen Institut der Universität Basel

(Vorsteher: Prof. Dr. med. A. Werthemann)

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. S. Scheidegger

Traumatische Aortenrupturen

Pathologisch-anatomische Untersuchung mehrerer Beobachtungen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von

ROLAND BLATTER

von Basel

1965

VERLAG P. G. KELLER - 8053 ZÜRICH 1967

Aus dem Pathologischen Institut der Universität Basel

(Vorsteher: Prof. Dr. med. A. Werthemann)

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. S. Scheidegger

Traumatische Aortenrupturen

Pathologisch-anatomische Untersuchung mehrerer Beobachtungen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von

ROLAND BLATTER

von Basel

VERLAG P. G. KELLER - 8053 ZÜRICH 1967

Von der Medizinischen Fakultät der Universität Basel genehmigt
auf Antrag von Prof. Dr. S. Scheidegger

Tag der Promotion: 16. März 1965



I. Einleitung

Traumatische Rupturen der Aorta sind schon seit langem bekannt. In jüngerer Zeit haben sie jedoch an Bedeutung zugenommen. Es liegt das hauptsächlich an der Häufung schwerer Körperverletzungen, insbesondere infolge der Zunahme der Verkehrsunfälle. *Strassmann* bemerkt 1947, dass die traumatische Aortenruptur nicht so selten sei, wie dies früher angenommen worden sei. Unter beinahe 7000 Sektionen aus den Jahren 1936—42 am Chief Medical Examiners Office of New York City entdeckte er 72 traumatische Aortenrupturen, d. h. in über 1 % der Verletzungen nach Verkehrsunfällen. Im gleichen Material fanden sich bloss 24 Spontanrupturen. 1959 fand *Lindlar* unter 3600 Sektionen 13 Aortenrupturen infolge Unfällen. Mit der Zunahme derartiger Verletzungen und der Verbesserung therapeutischer Möglichkeiten kommt der traumatischen Aortenruptur grössere Bedeutung zu. *Guggemos* gibt 1950 noch an, dass die chirurgische Versorgung einer Aortenruptur eigentlich nur theoretische Bedeutung habe. Nach *Binet*, *Spencer* und *Zehnder* existieren in der Weltliteratur bis 1961 sechs erfolgreich operierte Frühfälle von Aortenrupturen.

In der vorliegenden Arbeit wurden 10 Beobachtungen traumatisch bedingter Gefässrupturen pathologisch-anatomisch und histopathologisch untersucht. Es handelt sich dabei um 8 Verletzungen der Aorta, um einen Einriss der Arteria pulmonalis und eine Verletzung der Arteria ilica communis dextra.

II. Eigene Beobachtungen

1. A.-P.-F., 42jähriger Mann. S. N. 436/64.

Verkehrsunfall. Kollision als Autofahrer mit einer Mauer.

Tod 1 h, 50 Min., nach Unfall.

Autopsie: Kontusionsblutungen im Gesicht, insbesondere an der Nase, an der Ober- und Unterlippe sowie am Kinn. Kontusionsblutungen über dem Sternum, am linken Oberarm, an der rechten Brustseite, an beiden Handrücken. Klaffende, 3 : 5 cm messende Hautwunde am rechten Knie. Frakturen der Felsenbeine, Fraktur der Mandibula, Ausbruch der beiden linksseitigen Incisivi, Querbruch des corpus sterni, Frakturen der rechten 1., 2., 3. und 5. Rippe sowie der linken 1., 2., 3., 4. und 5. Rippe.

Fraktur der rechten Patella. Einrisse des Pericardes, Einrisse des Endocardes der rechten Kammer. Contusio cordis. Ödem des Myocardes. Geringe Fettembolie der Lungen.

Multiple feine Einrisse der Intima der Brustaorta unterhalb des Aortenbogens.

Mikroskopische Untersuchung: Es finden sich in der Aorta Einrisse der Intima und der oberen Schichten der Media. Sie sind an mehreren Stellen festzustellen und finden sich in einer intakten, nicht pathologisch veränderten Gefässwandung. An anderen Orten ist die Intima abgelöst. Stellenweise sind zusammen mit der Intima auch noch die äussersten Mediaschichten von der Ablösung betroffen. An verschiedenen Orten sieht man ein Ödem der Wandung, am ausgeprägtesten in der Media. In der Adventitia sind feine Blutungen vorhanden.

2. K.-M., 13jähriger Jüngling. S. N. 2060/64.

Verkehrsunfall. Angefahrenwerden von Automobil beim Velofahren. Tod 13 h nach Unfall.

Autopsie: Multiple operativ versorgte Wunden des Gesichts, der linken Hand, des linken Unterarms sowie der linken Axilla. Multiple Schädelbasis- und Kalottenfrakturen. Splitterfraktur des linken Femur mit starker Verschiebung der Fragmente, Fraktur des linken Radius und der Ulna sowie der Handwurzelknochen. Kompressionsfraktur des 8. Thoracalwirbels. Frakturen der 6. und 7. linken Rippen am Sternalansatz. Starke allgemeine Hirnschwellung. Leichter Hämatoccephalus externus. Doppelseitiger Hämatothorax. Geringes Hämatopericard. Kleine Rissverletzungen der Leberunterfläche. Einrisse der Milzkapsel.

Einrisse des Hauptstammes der Arteria pulmonalis nahe oberhalb der Pulmonalklappen.

Mikroskopische Untersuchung: An einer Stelle ist ein tiefgreifender Einriss der A. pulmonalis vorhanden, welcher Intima und Media ergriffen hat. Der Riss geht bis in die tiefen Mediaschichten. Das Gewebe ist hier allgemein aufgelockert. Es zeigt sich, wie das Gewebe der Media im ganzen Verlauf der Rissbildung stark homogenisiert ist und ödematös und blutig durchtränkt erscheint. Die Wand ist hier deutlich verbreitert. Das Blut, das sich einwühlt, durchsetzt die Adventitia und die umliegende Media. In einzelnen Präparaten ist die starke blutige Auflockerung besonders deutlich.

An einer zweiten Stelle ist der Befund ähnlich. Es ist hier ein scharf umschriebener Riss von Intima und Media festzustellen, welcher bis zur Adventitia reicht. Das an den Riss angrenzende Gewebe der Media ist homogenisiert. Es sind auch leichte zellige Infiltrate neben den Blu-

tungen vorhanden. Die Gefäßwand ist hier nicht vollkommen zerstört. In der Adventitia besteht eine schwere Wandschädigung mit Kernverarmung und ausgesprochenen Blutungen. Bemerkenswert ist, wie sich hier bereits mehrfach entzündliche Reaktionen vorfinden.

An einer dritten Stelle ist wiederum eine Zerstörung von Intima und Media festzustellen, wobei auch die Adventitia aufgelockert ist und Blutungen zeigt. Auch hier ist die Adventitia stark blutig durchtränkt. Zum Teil zeigt sie entzündliche Reaktionen.

3. C.-H., 37jähriger Mann. S. N. 290/62.

Verkehrsunfall.

Kollision als Mitfahrer in Automobil mit anderem Automobil.

Tod 6 h, 20 Min., nach Unfall.

Autopsie: Multiple feine Kontusionsblutungen und operativ versorgte Schnittwunden des Gesichtes. Kleine Kontusionen der Haut am rechten Unterarm sowie über der rechten Tibiakante. Fraktur der 2. rechten und der 1. linken Rippe in der Axillarlinie. Blutungen in das mediastinale Gewebe. Linksseitiger Hämatothorax.

45 mm langer *traumatischer Querriss der Aorta* unmittelbar distal von der Ductus Botallinarbe.

Mikroskopische Untersuchung: Im Bereich der Rissbildung kann man feststellen, wie die Aorta eine Zerstörung sämtlicher Schichten, der Intima, der Media und der Adventitia aufweist. In der Intima ist an einer Stelle, unmittelbar im Rissgebiet, eine Strukturumänderung vorhanden mit stärkerer Anfärbbarkeit und Homogenisierung. Die Adventitia ist sehr stark und frisch durchblutet. Das Gefäß zeigt keine degenerativen Umwandlungen. Insbesondere ist die Media als unverändert zu bezeichnen. An einer zweiten Stelle zeigt sich, wie die Zerstörung in den tieferen Schichten, d. h. in der Adventitia und zum Teil in der Media, eine intensivere ist. Es kommt hier zu einer weitgehenden blutigen Durchsetzung der Adventitia und der benachbarten Teile der Media. Ganz unverändert ist die Intima. In den tieferen Schichten kommt es auch zu einer gewissen zelligen Infiltration und Organisation. Es sind hier Fibrinabscheidungen vorhanden. Die Vasa vasorum sind zart.

Ein Gebiet in der Aorta, das dem Riss unmittelbar benachbart war, aber noch nicht eine völlige Zerstörung aufwies, zeigt wiederum die starken Durchblutungen der Adventitia. Vereinzelt sind in den tieferen Schichten der Media kleine Degenerationen erkennbar. Das Blut wühlt sich hier in die Media ein, ohne dass eine völlige Zerstörung bestehen würde. Man kann aber nachweisen, wie die tieferen Lagen der Media homogenisiert und kernarm sind, bei starken Blutungen der Adventitia.

4. T.-V.-A., 43jähriger Mann. S. N. 1976/64.

Verkehrsunfall.

Zusammenstoss beim Automobilfahren mit Lastautomobil.

Tod ca. 10 Min. nach Unfall.

Autopsie: Unbedeutende äussere Verletzungen. Fraktur des linken Unterarmes. Frakturen der 3.—7. Rippe rechts und der 5.—8. Rippe links. Sternumfraktur. Milzeinriss und Leberriess mit Einriss der Vena portae und der Vena cava. Verblutung in die Bauchhöhle.

Einriss des Aortenbogens von 11 mm auf 2 mm (ohne Durchriss). Daneben multiple *Ablösungen der Intima und Media in der Brustorta.*

Mikroskopische Untersuchung: Die Rupturstelle zeigt eine weit klaffende, vollständige Rissbildung, welche Intima und Media ergreift, wobei die Adventitia noch erhalten ist. Es kommt hier im lockeren Gewebe der Adventitia zu frischen, feinen Blutungen. Die tiefen Schichten der Intima erweisen sich als eigenartig homogenisiert. Die übrigen Schichten und die Media sind besser erhalten. Es ist auffallend, wie die tiefsten Schichten der Intima und auch der Adventitia strukturarm sind.

Die daumennagelgrossen Abhebungen der Intima in der Brustorta zeigen histologisch eine reaktionslose Ablösung dieser Gefässwand-schichten. Neben der Intima sind zum Teil noch Schichten der Media eingerissen und abgelöst. Es ist an keiner Stelle zu einer völligen Gefässzerstörung gekommen. Auch in der Brustorta sind feine Blutungen in dem lockeren perivaskulären Gewebe vorhanden.

5. S.-G.-J., 67jähriger Mann. S. N. 2188/63.

Verkehrsunfall. Kollision beim Autofahren mit einer Mauer.

Tod wenige Minuten nach Unfall.

Autopsie: Platz-Riss-Wunde der Galea über dem linken Tuber parietale. Schürfwunden der Haut der rechten oberen Extremität, des linken Oberarms und der rechten Kniegegend. Breiter Einriss des 5. rechtsseitigen Intercostalraumes. Frakturen der 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10. und 11. linken und der 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. und 10. rechten Rippen. Fraktur des os pubis sin. Zerstörung der Intervertebralscheiben zwischen dem 5. und 6. Cervical- und dem 10. und 11. Thoracalwirbel mit Lösung kleiner Knochenteile der benachbarten Wirbelkörper. Einriss der rechten Zwerchfellkuppe mit Verlagerung der Leber in die rechte Pleurahöhle. Tiefe Rissbildungen und Zerstörungen des rechten Leberlappens. Einrisse im rechtsseitigen Musculus ileopsoas.

40 mm langer *Querriss der Aorta descendens*. Blutungen in beide Pleurahöhlen.

Mikroskopische Untersuchung: Der Riss zeigt in einem Präparat aus den zentralen Teilen der Verletzung eine Zerstörung sämtlicher Wandschichten, der Intima, Media und der Adventitia. Unmittelbar im Rissgebiet ist eine Kernverarmung und Auflockerung vorhanden. Das Gewebe erscheint hier homogenisiert, vor allem in den Rändern der Rissbildung. Man kann hier zeigen, wie der Riss dicht neben einem atheromatösen Geschwür verläuft, wobei im Gebiet der Atheromatose starke Elastikaveränderungen und Unterbrüche vorliegen. Der Riss selbst findet sich jedoch neben den Ulcerationen in einem Gebiet der Aorta, welches keine Elasticaumwandlungen zeigt. Es sind da nur leichtere Intima-aufquellungen vorhanden.

An einer zweiten Stelle ist die starke ödematöse Durchtränkung der umliegenden Gebiete des Risses bemerkenswert, wie auch das Auftreten feiner Blutungen und zelliger Infiltrate in der Adventitia.

6. G.-S.-E., 61jähriger Mann. S. N. 893/54.

Verkehrsunfall. Abweichen mit dem Automobil von der Fahrbahn und Sturz in einen Bach.

Tod 1 h 20 Min. nach Unfall.

Autopsie: Klaffende Hautwunde auf der rechten Stirnseite. Multiple Kontusionsmarken auf der rechten Thoraxseite. Abriss des Musculus pectoralis vom Ansatz. Schürfungen über der linken Patella, 24 cm langer Hautabriss am rechten Unterschenkel. Schädelbasisfrakturen, Fraktur der rechten Tibia und Fibula im obern Drittel. Frakturen der rechten 6., 7. und 8. Rippen in der Medioclavicularlinie. Starke Durchblutung der Leptomeninx und Pachymeninx. Kontusionsblutungen und Erweichungen des Orbitalhirns beidseits sowie des linksseitigen Temporalpols. Blutungen des Grosshirnmarkes. Traumatische Schwellung des Gehirns. Kleinhirntamponade. Multiple Einrisse der Leberkapsel.

52 mm langer *Querriß der Aorta ascendens* unmittelbar auf der Höhe der Aortenklappen. Verblutung in den Herzbeutel.

Mikroskopische Untersuchung: Die Aorta ascendens zeigt eine schwere Schädigung mit Abhebung grosser Teile der Intima und teilweiser Aufsplitterung auch der Media. Das Gefäss ist bereits als teilweise erkrankt zu bezeichnen. Es kommen stellenweise Sklerosierungen vor. Die Intima ist vielfach auf grössere Strecken abgelöst und abgehoben. Neben dem eigentlichen Durchriss kommen auch kleinere Rissbildungen in der Media vor. Im Gebiet des Einrisses selbst sind die Wandschichten gleichmässig, scharf-randig und vollständig zerstört. Es kommt in der Aorta ascendens zu einer blutigen Durchtränkung der Adventitia.

7. S.-P., 69jähriger Mann. S. N. 1740/61.

Verkehrsunfall. Angefahrenwerden als Fussgänger von Automobil beim Überqueren der Strasse.

Tod 20 Min. nach Unfall.

Autopsie: Multiple Hautkontusionen und Schürfwunden im Bereich des Gesichtes, Hautschürfungen und Blutung über der rechten Tibiakante. Schädelbasisfrakturen. Fraktur des Os frontale. Querfraktur des 6. Cervical- und des 9. Thoracalwirbels. Berstung der Symphyse, Berstung des linken Articul. sacro-iliacus. Fraktur des Ramus cranialis ossis pubis sin. Offene Trümmerfraktur des linken Unterschenkels. (Keine Rippenfrakturen!) 40 mm langer Einriss der Pericardblätter an der Umschlagstelle mit Blutung in das Pericard.

45 mm langer *Querriß der Aorta descendens* neben multiplen kleinen *Einrissen der Intima der Aorta thoracica*.

Mikroskopische Untersuchung: Die Aorta descendens ist vollständig zerstört, wobei sich vor allem starke Blutungen in der Adventitia finden. Im Bereich der Rissbildung ist auffallend, wie die Media auf grössere Strecken hin kernarm erscheint. Es ist die Aortenwandung teilweise homogenisiert. Nicht überall findet sich eine derartige schwere ödematöse Durchtränkung. An einzelnen Stellen scheint die Gefässwand besser erhalten zu sein. Es kommt hier auch zur Rissbildung einzelner abgehender Intercostalarterien. Eine schwere vorbestehende Erkrankung der Aorta ist nicht erkennbar. Stellenweise wird die Intima in Form grösserer Lamellen von der Gefässwand abgehoben.

8. M.-S.-H., 32jähriger Mann. S. N. 2102/63.

Verkehrsunfall. Kollision beim Automobilfahren mit einem Verkehrsteiler.

Tod 20 Min. nach Unfall.

Autopsie: Kontusionen der Haut der Stirn und an der linken Unterlippe. Oberflächliche Hautschürfungen in der linken Ellenbeuge und im Bereich des 2. und 3. linken Fingers. Fraktur des Corpus sterni, Frakturen der 1., 2., 3., 4., 5. und 6. rechten Rippen in der Mamillarlinie. Allgemeine Quellung des Gehirns. Verblutung in die linke Pleurahöhle. Starke Blutung in das mediastinale Gewebe. Kapselriss im rechten Leberlappen.

42 mm langer *Querriß der Aorta* unmittelbar unterhalb des Arcus.

Mikroskopische Untersuchung: Es handelt sich hier um einen vollkommenen Durchriss der Aorta, der relativ scharfrandig ist. Die benachbarten Teile des Gefässes erweisen sich als intakt. Sie sind insbesondere frei von einer schweren Sklerose oder Atheromatose. Auch hier kommt es

zu einer gewissen Auftreibung und stärkeren ödematösen Durchsetzung des Rissgebietes. Die Adventitia des Gefäßes ist sehr stark blutig durchtränkt und allgemein aufgelockert.

9. R.-W., 30jähriger Mann. S. N. 462/64.

Verkehrsunfall. Kollision beim Führen eines Lastautomobils mit Anhänger mit einem zweiten Lastautomobil mit Anhänger.

Sofortiger Exitus letalis.

Autopsie: Multiple Kontusionswunden im Gesicht. Grosse Weichteildefekte der Haut an der Innenseite des rechten Oberschenkels. Grosse Weichteilwunden am linken Unterschenkel und am rechten Knie. Ausgedehnte Zertrümmerung der Schädelbasis und der Schädelkalotte. Fraktur des Ober- und Unterkiefers. Fraktur des Beckens mit Berstung der Articulatio sacro-iliaca beidseits. Berstung der Symphyse. Offene Frakturen beider Oberschenkel. Zertrümmerungsfraktur des rechten Vorderarmes, schwere Zertrümmerung des rechten Fusses. Querfraktur des Sternums. Starke Blutungen an der Gehirnbasis und Schädelbasis. Blutaspiration in die Lunge. Multiple Einrisse der Leberkapsel.

Totaler *Abriss der Aorta* unterhalb des Arcus aortae mit Verblutung in die linke Pleurahöhle.

Mikroskopische Untersuchung: Es handelt sich um einen totalen Abriss der Aorta in der ganzen Circumferenz. Auf Schnitten der durchgerissenen Aorta lässt sich in den Rissgebieten ein intaktes Gefäß erkennen mit nur ganz unbedeutenden Intimaauflagerungen und teilweise stärkerer Auflockerung der Media, wobei sich hier an mehreren Stellen gewisse Dissezierungen vorfinden. Es scheint, dass durch die starke Überdehnung beim Gefässriss in der Media derartige Dissezierungen aufgetreten sind.

An einer weiteren Stelle finden sich wiederum feine Dissezierungen in den Mediaschichten mit Ablösungen der Intima. Stellenweise wurden auch die obersten Anteile der Media abgelöst.

10. B.-V.-A., 41jähriger Mann. S. N. 308/64.

Arbeitsunfall. Zusammengepresst werden zwischen den Puffern zweier Eisenbahnwagen.

Tod 30 Min. nach Unfall.

Autopsie: Einriss der Milz. Abriss von Jejunum- und Ileumschlingen sowie des Colon sigmoides. Einrisse im Mesostenium.

Abriss der Arteria ilica communis dextra unmittelbar an der Teilungsstelle. Kleinere Rissbildungen der Arteria ilica sin. Starke Quetschung der Lendenaorta. Verblutung in die Bauchhöhle.

Mikroskopische Untersuchung: Es finden sich schwere Schädigungen der ganzen Gefässwand, wohl infolge direkter Druckwirkung. Es kommt hier zu Kernverlust mit Homogenisierung aller Wandschichten. Beim Unfall sind auch etwa kleine Gewebsverlagerungen entstanden. So kann an einer Stelle ganz wenig verlagerte Skelettmuskulatur in der Gefässwand festgestellt werden. Auffallend ist die starke und unregelmässige Homogenisierung des Gefässes, wobei das Fasergewebe auch Auflösungserscheinungen erkennen lässt. Besonders schwer geschädigt erweist sich die Intima. In der Media sind z. T. starke Auflockerungen und Auflösungen der Fasern vorhanden. Durch die ödematöse Durchsetzung wird die gesamte Gefässwand aufgetrieben und erscheint verdickt.

Unter den mechanischen Faktoren, welche zur Aortenruptur führen, spielt eine massive Deceleration eine wesentliche Rolle. *Spencer, Bowen* und andere Autoren sehen in der Deceleration sogar die alleinige Ursache der Ruptur. Dieser Ansicht hält *Carstensen* die Versuche entgegen, welche mit Stapp, „dem schnellsten Mann auf der Erdoberfläche“, angestellt wurden. Dieser Mann wurde auf seinem Düsenschlitten von 1011,2 km/h in 1,4 sec. bis zum Stillstand gebremst, was einer Negativbeschleunigung von 45,5 g entspricht. Zu einer wesentlichen Schädigung der Aorta sei es trotz dieser extremen Belastung nicht gekommen. Die von *Zehnder* geäusserten Ansichten scheinen naheliegender. *Zehnder* hält die Thoraxkompression für wichtiger für das Entstehen der Ruptur als die Deceleration. Durch die antero-posteriore Kompression des Thorax beim Unfall komme es zu einer Hyperflexion des Aortenbogens mit Biegungszerreissung der Aorta über ihrem inkompressiblen Inhalt.

Wie aus zahlreichen Publikationen von *Binet, Zehnder, Spencer* u. a. hervorgeht, führen Automobilunfälle mit Aufschlagen des Verletzten auf dem Lenkrad oder dem Armaturenbrett weitaus am häufigsten zur traumatischen Aortenruptur. Hier spielt die oben beschriebene Thoraxkompression eine wesentliche Rolle. Eine nicht unbedeutende Zahl von Aortenrupturen tritt, wie *Zeller* anführt, nach Sturz aus einer gewissen Höhe ein. Er fand bei einer Untersuchung von 6 Fällen eine für die Aortenruptur kritische Fallhöhe von ca. 15 m. *Strassmann* erwähnt zwei Beobachtungen, bei welchen das Abstürzen einer Liftkabine bei einem Insassen eine Aortenruptur zur Folge hatte. Ein interessanter Fall eines chronisch rezidivierenden Traumas wurde von *Meier* beschrieben. Sein Patient schob berufshalber schwere Karren, auf welchen er sich mit dem Epigastrium aufstützte. Mit der Zeit entstand dadurch ein kindskopfgrosses Aneurysma der Bauchorta, welches schliesslich rupturierte. Das direkte Trauma sei hier der Vollständigkeit halber bloss erwähnt.

Die Frage, ob schon ein geringes Trauma eine Aorta zur Ruptur bringen könne, ist umstritten. *Busse*, *Oppenheim* und *Jenner* möchten das bejahen, andere Autoren sind gegenteiliger Auffassung. *Guggemos* schreibt: „Bei gesunder Aorta kann lediglich ein schweres Trauma als Hauptursache für die Ruptur angesehen werden, nicht aber ein leichtes Trauma.“ *Bovet* geht noch weiter und bemerkt: „Ein erwiesener, erheblicher Unfall kann höchstens partial die Ruptur verursachen, solange es sich nicht um ein schwerstes Trauma mit sofortiger Aortenruptur handelt.“ *Elliotson* sagte schon 1830 zur gleichen Frage: „Rupture of the heart and aorta rarely occurs even under the most violent impulse, unless there be disease of the wall, in which case there need be no increase of pressure to bring about the rupture.“ *Zeller* führt folgende Faktoren an, welche zur Ruptur prädisponieren:

1. Arteriosklerose
2. Akute toxische Medianekrose bei Infektionskrankheiten
3. Medianecrosis idiopathica aortae
4. Lokale Aortitiden bedingt durch Staphylococcen, Streptococcen, Influenza-, Milzbrand- oder Tbc-Bazillen
5. Mesaortitis luica
6. Elasticorhexis der Aorta (*Hammer*)

Tierversuche zeigen, dass toxische Einflüsse die Aortenwand verändern und zur Ruptur disponieren können. *Walker* fütterte Ratten mit Platt-erbsensamen (*Lathyrus odoratus*). Ein Drittel der Tiere verstarb an Aortenblutungen, die übrigen zwei Drittel zeigten alle Aneurysmen auf dem ganzen Verlauf der Aorta. *Bachhuber* untersuchte die Wirkung von Zukkererbsen auf die Rattenaorta. Bei der histopathologischen Untersuchung fand er Veränderungen vom Typus eines Mediaödems und einer Schwellung, eine Fragmentation der elastischen Fasern, dissezierende Blutungen in die Media oder eine Dilatation. Als toxischer Faktor wurde Betaaminopropionilnitril isoliert. Aus diesen Angaben wird vermutet, dass eine Ruptur nach leichtem Trauma oder eine Spontanruptur nur bei vorgeschädigter Aorta möglich ist. Ein schweres Trauma hingegen kann auch eine völlig gesunde Aorta zum Zerreißen bringen. *Carstensen* beschreibt bei 4 von 6 Beobachtungen eine histologisch unveränderte Aortenwandung. *Zehnder* hat 49 Fälle aus der Literatur zusammengestellt; darunter fanden sich 7 mit normaler Aorta.

Zehnder hält bei seinen Mitteilungen über Aortenrupturen Frühfälle und Spätfälle auseinander.

1. Frühfälle: In der ersten Phase kommt es

- A. entweder zur Ruptur der Aortenwand von der Intima auf die Media übergreifend bei Erhaltenbleiben der Adventitia und Pleura,

- B. oder zum direkten primären Durchbruch in den linken Pleuraraum,
- C. oder zur „gedeckten Perforation“ bei erhaltener Pleura und Adventitia. Bei der weiteren Entwicklung dieser Form kommt es zur subadventitiellen, dissezierenden Blutung entlang den Carotiden und der A. subclavia sinistra oder seltener zur partiellen oder vollständigen Blockierung der Aorta durch Coagula oder ein subadventitielles Hämatom.

Es ist möglich, dass sich an ein freies Intervall eine zweite Phase anschliesst. Es kommt dabei zum sekundären oder „zweizeitigen“ Durchbruch in den linken Pleuraraum („delayed transrapture“). Der Prozess kann nach Stunden, Tagen, eventuell sogar nach Wochen eintreten. Falls der Durchbruch ausbleibt, kann sich nach einem längeren freien Intervall ein Aneurysma ausbilden. In diesen Fällen wird von Spätrupturen gesprochen.

2. Spätfälle:

- A. Es können sich fusiforme Aneurysmen nach vollständigem Durchriss am absteigenden Aortenbogen entwickeln. Die Wand des Gefässes besteht aus narbig umgeändertem Gewebe („false aneurysm“).
- B. Oder es sind sacculäre Aneurysmen nach partiell zirkumferentieller Wandruptur der Aorta vorhanden.
- C. Schliesslich sollen sich auch dissezierende Aneurysmen ausbilden können.

Beobachtungen mit mehreren gleichzeitigen Einrissen der Aortenwand wurden von *Parmley* beschrieben.

Lokalisation der Ruptur. Im Gegensatz zur Spontanruptur, welche die Aorta ascendens bevorzugt, finden sich die meisten traumatischen Rupturen unmittelbar nach Abgang der A. subclavia sinistra auf der Konvexseite des Bogens. *Zehnder* stellte bei 46 von 49 Angaben der Literatur eine derartige Lokalisation fest. Seine Theorie der Biegungszerreissung gibt dafür, wie auch für den fast immer quer über das Gefäss gerichteten Rissverlauf, eine gute Erklärung. *Guggemos* führt die einheitliche Lokalisation des Einrisses auf den histologischen Bau der Aortenwand zurück. Sie glaubt, dass in der Gegend des Abganges des Ductus Botalli durch die Abnahme der Zahl der elastischen Lamellen eine lokale Wandschwäche entstehe, welche die Ruptur begünstige.

Histologische Untersuchungen. Auf die Ruptur der pathologisch veränderten Aorta soll hier nicht speziell eingegangen werden. Bei den Rupturen der gesunden Aorta sind vor allem die Art und der Verlauf der Rissbildung von Bedeutung. Über pathologische Untersuchungen von zwei-

zeitigen Rupturen finden sich in der Literatur nur sehr spärliche Angaben. *Zehnder* spricht bei einem Fall mit Exitus nach 18 Stunden von „histologisch intakter Aortenwand“. *Bovet* beschreibt bei einer Beobachtung, in welcher der Tod 54 Tage nach dem Unfall eintrat, dass die ganze Intima und der grösste Teil der Media gerissen waren. Die äussersten Schichten der Media zeigten noch kontinuierliches Gewebe. Die Adventitia war intakt. Die Rissränder waren von einem zellreichen, faserarmen Bindegewebe überzogen und mit Fibrin belegt. Im Fibrin fand er vereinzelte Lymphocyten. Die Adventitia war ohne entzündliche Infiltration.

Klinisches Bild. *Binet* führt an, dass die Diagnose einer zweizeitigen Aortenruptur oft nur sehr schwer zu stellen sei. Gelegentlich gelinge das Auffinden des Risses sogar bei einer Thoracotomie nur mit Mühe. *McBurney* empfiehlt daher bei allen Verdachtsfällen eine sofortige Aortographie durchzuführen. Ein aktives Vorgehen sei angebracht, da bei frühzeitiger Diagnosestellung viele Patienten gerettet werden könnten. Der Verdacht auf eine Aortenruptur muss dann aufkommen, wie *Heidemann* angibt, wenn der Patient über Rückenschmerzen klagt, welche in die linke Halsseite und den linken Arm ausstrahlen. Gute Indizien sind auch ein plötzliches Dickerwerden des Halses, wie *Binet* bemerkt, oder das Auftreten eines systolischen Geräusches oder eines pericardialen Reibens bei der Auskultation. Das sicherste Zeichen ist nach Ansicht verschiedener Autoren (*Spencer, Binet, Heidemann*) eine Verbreiterung des Mediastinalschattens in der Thoraxübersichtsaufnahme. Die Patienten mit Spätaneurysma haben keine, manchmal nur unwesentliche Beschwerden, wie Anstrengungsdyspnoe, Rückenschmerzen, Schwindelanfälle, Übelkeit und Erbrechen. Bei Sitz des Aneurysmas im Arcus aortae soll, nach *Müller*, das Auftreten des Oliver-Cardarellischen Zeichens, d. h. eines pulssynchronen Tanzens des Kehlkopfes, typisch sein.

Rippenfrakturen brauchen bei der Aortenruptur nicht vorzuliegen. Es wurden zahlreiche Beobachtungen mitgeteilt von *Zehnder, Strassmann, Carstensen* und *McBurney* wo, besonders bei Jugendlichen mit elastischem Thorax, keine knöcherne Läsion des Thorax gefunden wurde.

III. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden 10 Beobachtungen von traumatischen Gefässläsionen untersucht. Darunter befinden sich 8 Beobachtungen mit Aorteneinrissen nach Unfällen. In vielen Befunden stimmen diese mit den Beschreibungen der Literatur überein. In allen 8 Fällen war die Rup-

tur durch einen Verkehrsunfall verursacht, 7mal waren die Verletzten Automobilinsassen.

Die Lokalisation der Ruptur kann bei 7 Verletzten als typisch bezeichnet werden. Bei der Beobachtung 6 fand sich der Riss in der Aorta ascendens, unmittelbar auf Höhe der Aortenklappen, bei den übrigen war die Aorta descendens in der Gegend des Abganges des Ductus Botalli eingerissen. Bei den beiden restlichen Beobachtungen handelt es sich einmal um Einrisse im Hauptstamm der Arteria pulmonalis und schliesslich um eine Zerreissung der Arteria ilica communis dextra.

Die Frage, ob es eine traumatische Ruptur der gesunden Aorta gebe, muss bejaht werden. In der Beobachtung 5 zeigten sich erhebliche, vorbestandene Veränderungen der Gefässwand. Aber auch bei diesem Falle scheint die Atheromatose nicht wesentlich zur Ruptur beigetragen zu haben, da der Einriss neben einer atheromatösen Geschwürsbildung in der gesunden Gefässwand verlief.

Die Beobachtung 7 zeigt erneut, dass eine traumatische Aortenruptur nicht immer mit Frakturen im Thoraxbereich vergesellschaftet zu sein braucht. Dabei war bei dem 69 Jahre alten Mann keine besondere Elastizität des Thorax mehr vorhanden.

Die Überlebenszeit unserer Fälle mit durchgehender Ruptur variiert zwischen sofortigem Ableben bis zu 6 h 20 Min. Fünf Verletzte verstarben innerhalb der ersten 20 Min. und zwei überlebten länger als 1 Stunde. Bei dem relativ langen Überleben in der Beobachtung 6 von 1 h 20 Min. fand sich eine atypische Lage des Risses. Die Blutung ergoss sich nicht in den linken Pleuraraum sondern in das Pericard.

Bei Fall 3 liegt eine typische zweizeitige Aortenruptur vor. Das pathologisch-anatomische Geschehen bei einer zweizeitigen Ruptur ist von besonderem Interesse. Nach der Ansicht von *Strassmann*, *Binet* und anderen Autoren beginnt der Riss in der Intima. Er greift dann auf die Media über und führt zuletzt zur Kontinuitätsdurchtrennung der Adventitia. Es kann jedoch der Prozess auch von aussen nach innen fortschreiten. In Fall 3 zeigt die Adventitia eindeutig die schwerste und älteste Schädigung, daneben sind auch sehr ausgedehnte Nekrosen in den tieferen Mediaschichten vorhanden. Von der Media aus geht wohl sekundär die Ruptur weiter nach innen zu. Beim Verlust der Media reisst die schwache Intima selbstverständlich leicht ein. In diesem Falle mit noch nicht völliger Zerstörung der Gefässwand, sind die Reaktionen besonders auffallende. Es ist auch bemerkenswert, wie das noch erhaltene elastische Gewebe etwas aufgequollen erscheint, und zwar zunehmend von innen nach aussen.

Bei der zweizeitigen Ruptur widersteht das locker aufgebaute, relativ elastische Gewebe der Adventitia dem aortalen Blutdruck während einiger

Zeit, es kommt dadurch zu einem klinisch freien Intervall. In Anbetracht der in den Beobachtungen 1—3 nachgewiesenen Blutungen, Ödembildungen und Entzündungsreaktionen in der Adventitia ist es verständlich, dass sich in dieser Schicht nach einiger Zeit leicht eine weitere Zerstörung einstellt. Die sekundäre Ruptur der Adventitia wird in den meisten Fällen zwangsläufig folgen. Dass Spontanheilungen trotzdem möglich sind, geht aus feinen, narbig umgeänderten Aneurysmen des Aortenbogens hervor. *Schede* weist auf solche Fälle hin.

Besonders interessant sind die Beobachtungen 1, 2 und 4. Sie können als Vorstufen einer zweizeitigen Ruptur aufgefasst werden, bei denen die Zeit für die Adventitiaruptur nicht mehr ausreichte, da die Patienten vorher infolge anderer schwerer Verletzungen starben. Die zuvor beschriebenen histologischen Veränderungen sind aber auch hier alle deutlich erkennbar.

Der Fall 2, bei welchem es sich um Einrisse der Arteria pulmonalis handelte, wird in diese Untersuchung einbezogen, da es sich grundsätzlich um das gleiche Geschehen handelt.

In allen Beobachtungen, auch in denjenigen mit sofortiger Ruptur des Gefäßes, wurde ein ausgeprägtes Ödem und teilweise auch ausgedehnte Nekrosen der Media gefunden. Es ist unwahrscheinlich, dass solche Veränderungen allein durch eine Zugwirkung zustande kommen sollen. Eine direkte mechanische Kompression der Gefäßwand scheint für die Ruptur mitverantwortlich zu sein. An der Ruptur der Arteria ilica communis dextra im Fall 10 ist die direkte traumatische Schädigung besonders eindrücklich zu sehen. Hier sind zum Unterschied der übrigen Beobachtungen sehr wesentliche direkte traumatische Schädigungen der Gefäßwand festzustellen. Durch eine direkte Kompression der Gefäßwand beim Unfall kommt es hier zur Homogenisierung und zu vollständigem Kernverlust auch der Mediaschichten. Diese direkte Wandschädigung hat zur Blutung geführt.

Zusammenfassung

Es werden 10 Beobachtungen von traumatischen Arterienverletzungen beschrieben. 8 Aortenrupturen werden mit den Angaben der Literatur verglichen. Die Rissbildung findet sich vorwiegend in der Aorta descendens. Vor allem Intima und Media sind geschädigt, z. T. finden sich hier auch unvollständige Einrisse. Es kann dabei die Adventitia noch einige Zeit intakt bleiben. Eine Beobachtung einer sogenannten zweizeitigen Aortenruptur zeigt, dass der Prozess auch von aussen nach innen fortschreiten kann. Die schwersten und ältesten Schädigungen finden sich hier ein-

deutig in der Adventitia, die tieferen Mediaschichten zeigen ebenfalls ausgedehnte Nekrosen. In allen Beobachtungen ist eine starke ödematöse Schwellung in der Umgebung des Risses erkennbar. Bemerkenswert ist, dass die Mediaveränderungen von innen nach aussen stärker werden. Bei längerer Überlebenszeit lassen sich in der Adventitia neben Blutungen und Ödembildungen auch frische Entzündungsreaktionen nachweisen.



Abbildung 1

Aortenverletzung bei Verkehrsunfall. Lamelläre Abhebung der Intima

S. N. 1976/64

Vergr. 1 : 12

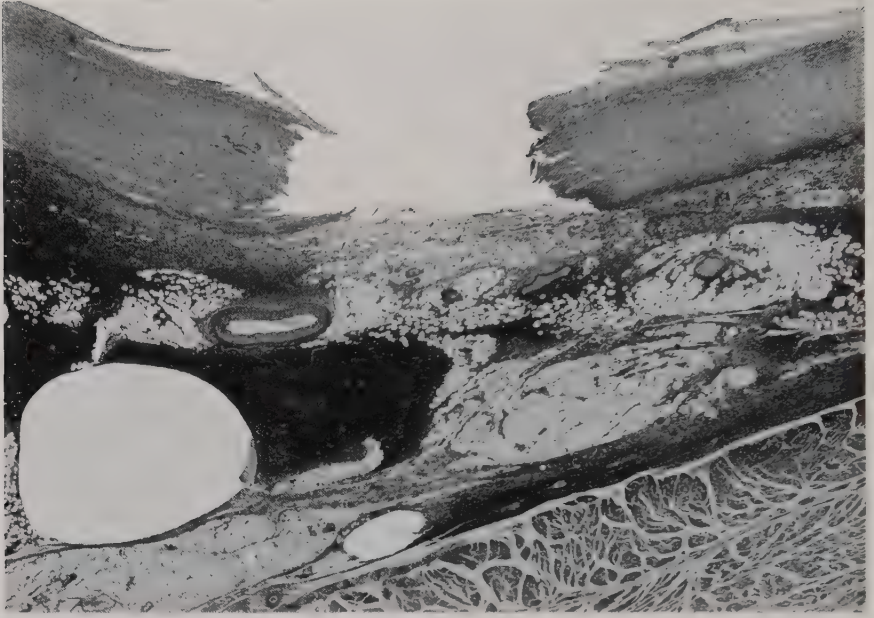


Abbildung 2

*Aortenverletzung durch Unfall
Vollkommene scharfrandige Durchtrennung von Intima und Media
ohne wesentliche Zerstörung der Adventitia*

S.N. 1976/64

Vergr. 1 : 13

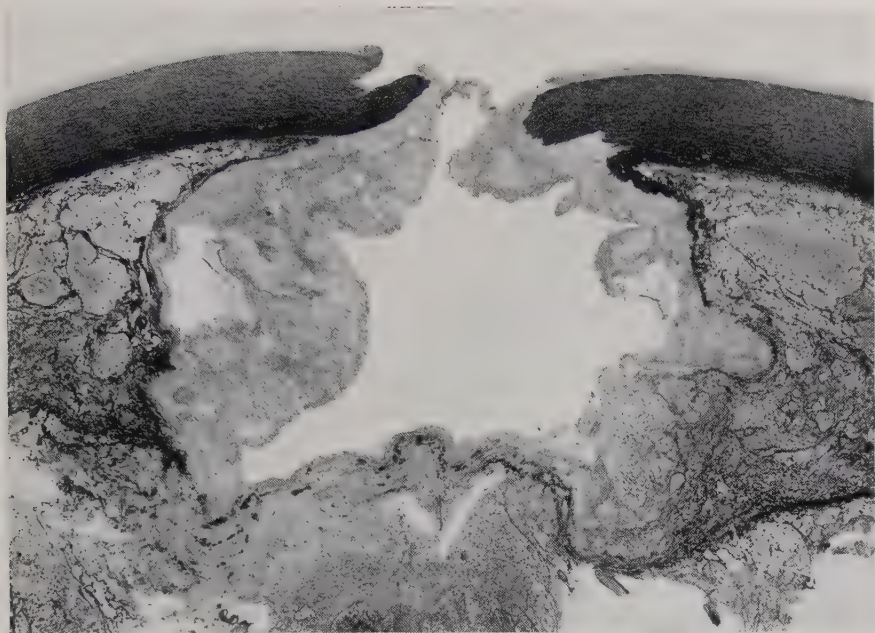


Abbildung 3

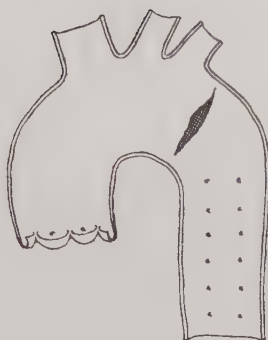
*Durchtrennung aller Wandschichten. Grosser Blutungsherd in der Adventitia
und im umliegenden Gewebe mit sekundärem Durchbruch*

S. N. 290/62

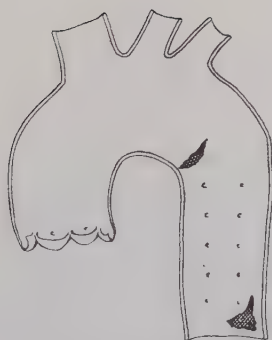
Vergr. 1 : 14,5



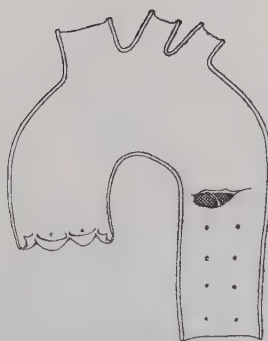
Beobachtung 2



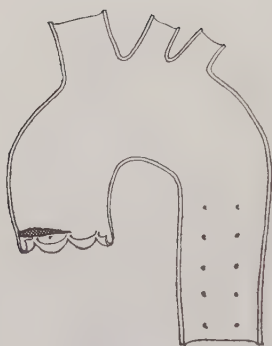
Beobachtung 3



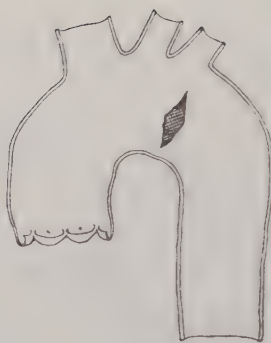
Beobachtung 4



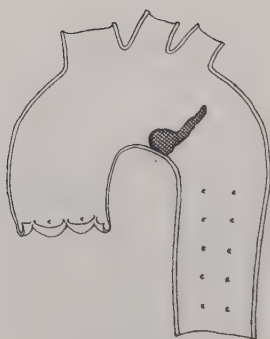
Beobachtung 5



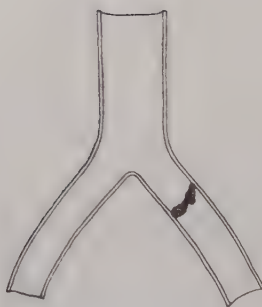
Beobachtung 6



Beobachtung 7



Beobachtung 8



Beobachtung 10

Literaturverzeichnis

- Bachhuber T. E.* und *J. J. Lailich*: Effect of Sweet Pea Meal on the Rat Aorta. *AMA Arch. Path.* 59, 247 (1955).
- Binet J. P.* und *J. Langlois*: Les ruptures traumatiques de l'aorte à paroi saine. *J. de chirurgie* 82, 607 (1961).
- Bovet A.*: Das Aneurysma dissecans aortae unter besonderer Berücksichtigung der Unfallkausalität. *Med. Diss. Bern* (1941).
- Bowen D. A. L.* und *R. D. Teare*: Delayed Traumatic Ruptures of Aorta. *Thorax* 17, 150 (1962).
- Busse O.*: Über Zerreibungen und traumatische Aneurysmen der Aorta. *Virchows Arch. path. An.* 183, 440 (1906). Zit. nach *Guggumos*.
- Carstensen G.*, *L. Heinrichs* und *H. Zillmer*: Zur Klinik der gedeckten traumatischen Aortenruptur. *Chirurg* 32, 219 (1961).
- Elliotson J.*: On the Recent Improvements in the Art of Distinguishing the Diseases of the Heart, Being the Lumleyan Lectures Delivered before the Royal College of Physicians in the Year 1829. London 1830. Zit. nach *Zehnder*.
- Guggumos M.*: Trauma und Aortenruptur. *Med. Diss. München* (1950).
- Hammer E.*: Trauma und Aortenruptur. *Deutsche Ztschr. f. ges. gerichtl. Med.* 18, 541 (1932). Zit. nach *Zeller*.
- Heidemann K. J.*: Traumatische Ruptur der Aorta thoracalis. *Zbl. Chir.* 86, 949 (1961).
- Jenner Th.*: Beitrag zur Kenntnis der traumatischen Aortenruptur. *Virchows Arch. path. An.* 226, 259 (1919). Zit. nach *Guggumos*.
- Lindlar F.*: Über Aortenrupturen. *Zbl. Path.* 100, 221 (1959).
- McBurney R. P.* und *E. Gegan*: Blunt Trauma to the Aorta and Major Arteries. *J. A. M. A.* 180, 330 (1962).
- Meier H.*: Über einen Fall von traumatischem Aneurysma der Bauchaorta bei einem 4jährigen Knaben. *Med. Diss. Basel* (1942).
- Müller H.*: Pathologisch-anatomische Untersuchungen über Aorten-Aneurysmata und Aortenrupturen. *Med. Diss. Zürich* (1952).
- Oppenheim F.*: Gibt es eine Spontanruptur der gesunden Aorta und wie kommt sie zustande? *Münchener med. Wschr.* 65, 1234 (1918).
- Parmley L. F.*, *T. W. Mattingly*, *W. C. Manion* und *E. J. Jahnke*: Nonpenetrating Injury of the Aorta, *Circulation* NY 17, 1086 (1958), Zit. nach *Binet*.
- Schede F.*: Beiträge zur Ätiologie, Verlauf und Heilung des Aneurysma dissecans der Aorta. *Virchows Arch. path. An.* 192, 52 (1908).
- Spencer F. C.*, *P. F. Guerin*, *H. A. Blake* und *H. T. Bahnson*: A Report of Fifteen Patients with Traumatic Rupture of the Thoracic Aorta. *J. Thor. Cardio. Surg.* 41, 1 (1961).

- Strassmann G.: Traumatic Rupture of the Aorta. Amer. Heart J. 33, 508 (1947).
- Walker D. G. und Z. T. Wirtschafter: Histopathogenesis of Aortic Aneurysm in the Lathyrus-fed Rat. Arch. of Path. 61, 125 (1956).
- Zehnder M. A.: Aortenruptur bei stumpfem Thoraxtrauma. Helv. chir. Acta 26, 442 (1959).
- Symptomatologie und Verlauf der Aortenruptur bei geschlossener Thoraxverletzung, anhand von 12 Fällen. Thoraxchirurgie 8, 47 (1960).
 - Zwei weitere Fälle von Aortenruptur bei stumpfem, geschlossenem Thoraxtrauma. Schw. med. Wschr. 90, 1282 (1960).
- Zeller H.: Die spontane und traumatische Aortenruptur. Med. Diss. Zürich (1950).

